

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 1 314 511 A2

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
28.05.2003 Patentblatt 2003/22

(51) Int Cl.7: **B23P 11/02**, B23B 31/02,  
H05B 6/14

(21) Anmeldenummer: 02026105.3

(22) Anmeldetag: 22.11.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• Halmer, Franz  
86568 Hollenbach-Igenhausen (DE)  
• Halmer, Josef  
86568 Hollenbach-Igenhausen (DE)

(30) Priorität: 23.11.2001 DE 10157432

(74) Vertreter: Liska, Horst, Dr.-Ing. et al  
Welckmann & Welckmann  
Patentanwälte  
Postfach 860 820  
81635 München (DE)

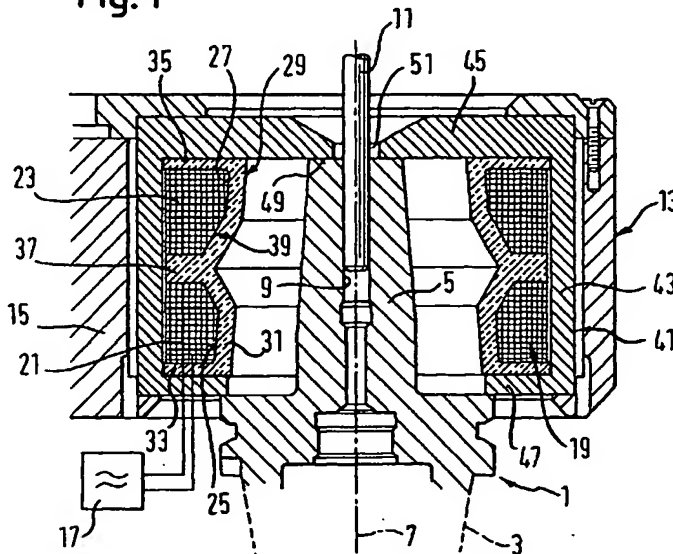
(71) Anmelder: Franz Halmer Maschinenbau KG  
86568 Hollenbach-Igenhausen (DE)

(54) **Induktionsspule für ein induktives Schrumpfgerät**

(57) Die Induktionsspule (13) einer einen Werkzeughalter (1) induktiv für das Wechseln eines darin im Presssitz gehaltenen Werkzeugschafts (11) erwärmende Vorrichtung hat eine Wicklung (19), bei welcher die Anzahl der Spulenwindungen pro Längeneinheit in Richtung der Spulenachse oder/und die Anzahl der Spulenwindungen pro Flächeneinheit in einem in Richtung der Spulenachse zwischen zwei Wicklungshauptbereichen (21, 23) gelegenen Zwischenbereich kleiner ist als in den beiden Wicklungshauptbereichen (21, 23) oder/und der Wicklungsinne Durchmesser in den bei-

den Wicklungshauptbereichen (21, 23) kleiner ist als in dem Zwischenbereich oder/und zumindest in einem axialen Teilbereich der Induktionsspule (13) von den beiden Wicklungshauptbereichen (21, 23) zum Zwischenbereich hin zunimmt. Mit einer solchen Wicklung wird eine gleichmäßige Erwärmung des Werkzeughalters (1) in Achsrichtung des Werkzeugschafts (11) erreicht, und dementsprechend können auch mit sehr geringen Toleranzen im Presssitz des Werkzeughalters (1) gehaltene Werkzeugschäfte (11), ohne zu klemmen, ausgeschmupft werden.

Fig. 1



EP 1 314 511 A2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum induktiven Erwärmen eines zentrischen Aufnahmeöffnungs für einen Schaft eines Rotationswerkzeugs, beispielsweise eines Bohrers oder Fräasers oder eines Reibwerkzeugs enthaltenen Hülsenabschnitts eines Werkzeughalters, der den in der Aufnahmeöffnung sitzenden Schaft des Werkzeugs im Presssitz hält und bei Erwärmung freigibt.

[0002] Es ist bekannt, insbesondere bei mit hoher Drehzahl rotierenden Werkzeugen, deren Schaft in einen Hülsenabschnitt eines Werkzeughalters einzuschumpfen. Der Hülsenabschnitt wird hierzu beispielsweise mittels einer ihn umschließenden Induktionsspule erwärmt, so dass der Werkzeugschaft in die damit sich vergrößernde Aufnahmeöffnung des Hülsenabschnitts eingesteckt werden kann. Der Außendurchmesser des Werkzeugschafts ist etwas größer als der Nenn Durchmesser der Aufnahmeöffnung, so dass das Werkzeug nach dem Abkühlen des Hülsenabschnitts im Presssitz drehfest in dem Werkzeughalter gehalten ist.

[0003] Zum Entnehmen des Werkzeugs muss der Hülsenabschnitt erneut erwärmt werden. Da hierbei die Gefahr besteht, dass sich auch der Werkzeugschaft mit erwärmt, kann es zu Problemen kommen, wenn die Wärmedehnung des Hülsenabschnitts bezogen auf den sich gleichfalls ausdehnenden Werkzeugschaft unzureichend ist.

[0004] Aus DE 199 15 412 A1 ist eine induktive Heizvorrichtung zum Erwärmen des Hülsenabschnitts eines Werkzeughalters bekannt. Die Vorrichtung hat eine auf den Hülsenabschnitt des Werkzeughalters aufsetzbare und ihn hierbei mit radialem Abstand ringförmig umschließende Induktionsspule, die aus einem Generator mit elektrischem Wechselstrom gespeist wird. Das Magnetfeld der Induktionsspule induziert in dem elektrisch leitenden, zumeist auch magnetisierbaren Material des Werkzeughalters Induktionsströme, die den Hülsenabschnitt unmittelbar erwärmen. Die Induktionsspule erstreckt sich axial zumindest über die Eingriffslänge, mit der der Werkzeugschaft in die Aufnahmeöffnung eintaucht und schließt mit ihrer Wicklung etwa im Bereich des werkzeugseitigen Stimendes des Hülsenabschnitts axial ab. In radialer Richtung verläuft der Innenumfang der Induktionsspule im Abstand zum Hülsenabschnitt, um ein und dieselbe Induktionsspule bei Werkzeugaltern mit unterschiedlichem Außendurchmesser des Hülsenabschnitts nutzen zu können.

[0005] An ihren Stirnseiten und ihrem Außenumfang ist die Wicklung der Induktionsspule mit einem Mantel aus magnetisierbarem, d.h. ferromagnetischem oder ferrimagnetischem Material ummantelt, dessen bezogen auf Luft hohe magnetische Leitfähigkeit den magnetischen Fluss im Wesentlichen auf den Mantel konzentriert. Der dem werkzeugseitigen Ende des Hülsenabschnitts benachbarte Bereich des Mantels ist als im Wesentlichen scheibenförmiges Ringelement ausgebil-

det, welches mit seinem Innenumfang auf dem werkzeugseitigen Stimende des Hülsenabschnitts aufliegt und sich radial über die Stimfläche der Wicklung der Induktionsspule hinweg bis zu deren Außenumfang erstreckt. Das Ringelement bildet einen Polschuh, der den magnetischen Fluss der Induktionsspule auf den Hülsenabschnitt konzentrieren soll. Ein weiterer Polschuh ist an der axial gegenüber liegenden Stimfläche der Induktionsspule angeordnet und über den magnetisierbaren Mantel mit dem auf der Stirnfläche des Hülsenabschnitts aufliegenden Polschuh magnetisch leitend verbunden.

[0006] Schrumpfwerkzeughalter der vorstehend erläuterten Art sollen ein möglichst großes Drehmoment auf das im Presssitz gehaltene Werkzeug übertragen können. Untersuchungen mit dem Ziel, das übertragbare Drehmoment zu erhöhen, haben gezeigt, dass Induktionsspulen der beispielsweise aus DE 199 15 412 A1 bekannten Art den Hülsenabschnitt des Werkzeughalters in erster Linie in einem mittleren Bereich erwärmen, die Temperatur des Hülsenabschnitts in diesem mittleren Bereich also maximal ist und von dort in axialer Richtung des Hülsenabschnitts nach beiden Seiten abnimmt. Diese Temperaturverteilung hat Konsequenzen für das Ausschrumpfen des Werkzeugs aus dem Werkzeughalter, denn der Schaft des in dem Hülsenabschnitt sitzenden Werkzeugs dehnt sich in dem mittleren Bereich des Hülsenabschnitts stärker aus, mit der Folge, dass er beim Herausziehen an dem unter Umständen sich nicht hinreichend aufweitenden stimseitigen Bereich des Hülsenabschnitts verklemmt. Herkömmlich wurde die Klemmneigung durch Vergrößern der Paarungstoleranzen von Werkzeugschaft und Aufnahmeöffnung des Hülsenabschnitts umgangen, was jedoch das vom Werkzeughalter auf das Werkzeug übertragbare Drehmoment gemindert hat.

[0007] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Schrumpfvorrichtung zu schaffen, mit deren Hilfe auch engpassende Werkzeuge aus Werkzeugaltern problemlos ausgeschrumpt werden können.

[0008] Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung zum induktiven Erwärmen eines zentrischen Aufnahmeöffnungs für einen Schaft eines Rotationswerkzeugs enthaltenen Hülsenabschnitts eines Werkzeughalters, der den in der Aufnahmeöffnung sitzenden Schaft des Werkzeugs im Presssitz hält und bei Erwärmung freigibt. Eine solche Vorrichtung umfasst

- eine den Hülsenabschnitt des Werkzeughalters umschließende Induktionsspule und
- eine die Induktionsspule mit elektrischem Strom periodisch wechselnder Amplitude speisenden Generator.

[0009] Die vorstehend angegebene Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass - gesehen in einer Axiallängsschnittebene der Induktionsspule - die Anzahl der Spulenwindungen ihrer Wicklung pro Längen-

einheit in Richtung der Spulenachse oder/und die Anzahl der Spulenwindungen pro Flächeneinheit der Axiallängsmittlebene in einem in Richtung der Spulenachse zwischen zwei Wicklungshauptbereichen gelegenen Zwischenbereich kleiner ist als in den beiden Wicklungshauptbereichen oder/und der Wicklungsinneindurchmesser in den beiden Wicklungshauptbereichen kleiner ist als in dem Zwischenbereich oder/und der Wicklungsinneindurchmesser zumindest in einem axialen Teilbereich der Induktionsspule von den beiden Wicklungshauptbereichen zum Zwischenbereich hin zunimmt.

**[0010]** Jede der vorstehend genannten Maßnahmen für sich allein oder auch in Kombination mit anderen der genannten Maßnahmen beeinflusst die Verteilung des Magnetfelds bzw. des Magnetflusses im Bereich des Hülseabschnitts des Werkzeughalters und sorgt für eine gleichmäßigere Verteilung der Induktionsströme in axialer Richtung des Hülseabschnitts. Verglichen mit herkömmlichen Induktionsspulen wird der Hülseabschnitt und damit auch der Schaft des darin gehaltenen Werkzeugs in einem mittleren Bereich weniger stark erwärmt als in den beiderseits axial sich anschließenden Endbereichen des Hülseabschnitts. Aufgrund der gleichmäßigen Erwärmung des Hülseabschnitts können auch Werkzeuge mit sehr engen Toleranzen ein- und ausgeschmupft werden.

**[0011]** Um die Anzahl der Spulenwindungen pro Längeneinheit in Richtung der Spulenachse variieren zu können, kann die Anzahl radial übereinander liegender Windungen längs der Spulenachse verändert werden. Die Anzahl der Spulenwindungen pro Flächeneinheit der Axiallängsschnittebene lässt sich durch Verändern der axialen oder/und radialen Abstände benachbarter Windungen verändern. Hierzu können beispielsweise Abstandhalter mit in vorbestimmter Weise sich ändernder Dicke zwischen radial übereinander liegende Windungen legen oder zwischen axial benachbarte Windungen eingelegt oder eingewickelt werden.

**[0012]** Eine weitere erfindungsgemäße Maßnahme zur Minderung der Induktionsströme in dem mittleren Bereich des Hülseabschnitts besteht in der Veränderung des Wicklungsinneindurchmessers. Der Wicklungsinneindurchmesser ist in dem Zwischenbereich zwischen den Wicklungshauptbereichen größer als in den beiden Wicklungshauptbereichen. Um eine solche Induktionsspule möglichst einfach in vorbestimmter Weise wickeln zu können, ist in einer bevorzugten Ausgestaltung vorgesehen, dass die Wicklung auf eine Spulenkörperhülse gewickelt ist, deren den Wicklungsinneindurchmesser bestimmender Außenmantel zumindest in dem Zwischenbereich einen Ringwulst bildet, in dem Zwischenbereich also die Windungsdurchmesser vergrößert. Der Ringwulst kann auf einen Teilbereich der Gesamtlänge der Spulenkörperhülse begrenzt sein; die Spulenkörperhülse kann aber auch auf ihrer ganzen Länge ballig bzw. tonnenförmig gestaltet sein.

**[0013]** In einer bevorzugten, besonders einfach reali-

sierbaren Ausgestaltung hat die Wicklung zumindest über einen axialen Teilabschnitt des Zwischenbereichs keine Windungen. Die Induktionsspule besteht in diesem Fall aus zwei in axialem Abstand voneinander angeordneten, die beiden Wicklungshauptbereiche bildenden Teilwicklungen. Der von Windungen freie Teilabschnitt des Zwischenbereichs kann in einem solchen Fall magnetisch leitendes Material enthalten, welches den Magnetfluss in diesem Teilabschnitt außerhalb des weniger stark zu erwärmenden Bereichs des Hülseabschnitts des Werkzeughalters konzentriert und dementsprechend die Induktionsströme in diesem Bereich des Hülseabschnitts mindert. Um das Wickeln der zweigeteilten Induktionsspule zu erleichtern, kann die Wicklung auf eine Spulenkörperhülse mit einem die Wicklungshauptbereiche in dem wicklungsfreien Teilabschnitt des Zwischenbereichs trennenden Ringflansch gewickelt sein.

**[0014]** Herkömmliche Induktionsspulen, wie sie beispielsweise aus DE 199 15 412 A1 bekannt sind, haben eine einzige mit über die axiale Spulenlänge gleichbleibender Lagenzahl gewickelte Wicklung, deren Windungen sämtlich zueinander in Reihe geschaltet sind. Eine weitere Maßnahme zur Beeinflussung der axialen Verteilung der Induktionsströme und damit der Erwärmungstemperatur längs des Hülseabschnitts des Werkzeughalters besteht darin, die Wicklung in zumindest zwei axial nebeneinander angeordnete Wicklungshauptbereiche mit jeweils einer Vielzahl von Windungen aufzuteilen und die Wicklungshauptbereiche zueinander parallel zu schalten, und zwar so, dass die Windungen der Wicklungshauptbereiche gleichsinnig von Strom durchflossen sind. Mit anderen Worten, es werden zur Erwärmung des Hülseabschnitts mehrere voneinander gesonderte, jedoch axial nebeneinander angeordnete Teilspulen oder Teilwicklungen eingesetzt, die gezielt der Erwärmung eines Teilbereichs des Hülseabschnitts angepasst werden können. Dieser vorstehend erläuterte Aspekt der Erfindung hat auch selbständige erfinderische Bedeutung. Bevorzugt ist hierbei vorgesehen, dass die Ströme in den Wicklungshauptbereichen unabhängig voneinander eingestellt sind, um auf diese Weise die in dem Hülseabschnitt induzierten Induktionsströme im Sinne einer gleichmäßigen Erwärmung festzulegen.

**[0015]** Um das Verhältnis der Ströme in den Wicklungshauptbereichen festzulegen, kann z.B. der Drahtdurchmesser der Wicklungshauptbereiche unterschiedlich gewählt werden. Auch kann jeder Wicklungshauptbereich über gesonderte Generatoren gesondert mit Strom insbesondere Strom eingepprägter konstanter Amplitude gespeist werden.

**[0016]** Im Bereich einer oder beider axialer Stirmen der Wicklung oder/und an ihrem Umfang sind zweckmäßigerweise Flussleitelemente aus elektrisch nicht leitendem, magnetisch jedoch leitendem Material angeordnet. Derartige magnetische Flussleitelemente mindern den magnetischen Streufluss außerhalb der In-

duktionsspule und konzentrieren den magnetischen Fluss auf den Hülstenabschnitt des Werkzeughalters. Soweit, wie vorstehend erläutert, die Wicklung aus mehreren zueinander parallel geschalteten Wicklungshauptbereichen aufgebaut ist, können solche Flussleitenelemente auch für jeden Wicklungshauptbereich gesondert vorgesehen sein.

[0017] Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigt

Fig. 1 einen Axiallängsschnitt durch eine Induktionsspule zur induktiven Erwärmung eines Werkzeughalters,

Fig. 2 einen Axiallängsschnitt durch eine Variante der Induktionsspule und

Fig. 3 eine weitere Variante einer Wicklung der Induktionsspule.

[0018] Fig. 1 zeigt einen hier einteiligen, ggf. aber auch mehrteiligen Werkzeughalter 1 aus einem zumindest elektrisch leitenden, hier aber auch magnetisierbaren Material, wie z.B. Stahl, der an seinem axial einen Ende ein Norm-Anschlussstück, wie z.B. einen Steilkegel 3, und an seinem axial anderen Ende einen Hülstenabschnitt 5 aufweist. Der Hülstenabschnitt 5 enthält zentrisch zur Drehachse 7 des Werkzeughalters eine Aufnahmeöffnung 9 für ein mit seinem Schaft 11 in die Aufnahmeöffnung 9 in nachfolgend noch näher erläutelter Weise einsetzbares, ansonsten nicht näher dargestelltes Rotationswerkzeug, beispielsweise einen Bohrer, einen Fräser oder ein Reibwerkzeug. Der Außendurchmesser des Schafts 11 ist etwas größer als der freie Nenndurchmesser der Aufnahmeöffnung 9, so dass der Schaft 11 eingesetzt in den Hülstenabschnitt 5 für die Übertragung des Arbeitsdrehmoments im Presssitz gehalten ist.

[0019] Um den Werkzeugschaft 11 in den Werkzeughalter 1 einsetzen oder aus diesem entnehmen zu können, wird der Hülstenansatz 5 durch Erwärmen aufgeweitet. Die Erwärmung erfolgt mittels einer auf den Hülstenansatz 5 aufgesetzten und diesen mit radialem Abstand ihres Innendurchmessers vom Außenumfang des Hülstenabschnitts 5 konzentrisch umschließenden Induktionsspule 13, die mittels eines bei 15 angedeuteten Halters eines Induktionsschrumpfgeräts achsparallel zur Drehachse 7 verschiebbar gehalten ist und aus einem Stromgenerator 17 mit Wechselstrom oder gepulstem Gleichstrom einer Frequenz von beispielsweise 10 - 50 kHz gespeist wird. Der von einer angenähert zylindrischen, nachfolgend noch näher erläuterten Wicklung 19 erzeugte Magnetfluss induziert in dem Hülstenabschnitt 5 Wirbelströme, die den Hülstenabschnitt 5 in relativ kurzer Zeit erwärmen und damit die Aufnahmeöffnung 9 zum Einschieben oder Herausziehen des Werkzeugschafts 11 hinreichend aufweiten.

[0020] Die Wicklung 19 hat zwei mit axialem Abstand voneinander angeordnete, gesonderte Wicklungs-

hauptbereiche 21, 23, die zueinander parallel an den Generator 17 angeschlossen sind, und zwar unter Berücksichtigung ihres Wicklungssinns in der Weise, dass sie von dem Strom des Generators 17 gleichsinnig durchflossen sind, also bezogen auf den Hülstenansatz 5 gleichsinnig gerichtete Magnetfelder erzeugen. Die beiden Wicklungshauptbereiche 21, 23 sind in gesonderten Ringkammern 25, 27 eines hülsenförmigen Spulenkörpers 29 aus einem temperaturfesten Kunststoff oder aus Keramik eingebracht, dessen Basishülse 31 den Wicklungsinne Durchmesser der Wicklung 19 bestimmt. Der Spulenkörper 29 hat an seinen Stirnenden radial nach außen abstehende Stirnwangen 33, 35, die die Ringkammern 25, 27 axial nach außen begrenzen, und trägt zwischen den Wicklungshauptbereichen 21, 23 einen den Wicklungsraum in die beiden Kammern 25, 27 unterteilenden Ringflansch 37, dessen axiale Dicke einen windungs- bzw. wicklungsfreien Zwischenbereich zwischen den beiden Wicklungshauptbereichen 21, 23 festlegt.

[0021] Zu dem genannten wicklungsfreien Zwischenbereich hin ist die Basishülse 31 des Spulenkörpers 29 über einen axialen Teilbereich der axialen Länge der Wicklung 19 mit einem hier doppelkonusförmigen Ringwulst 39 versehen, von dessen DurchmessergröÖtem Umfang der Ringflansch 37 ausgeht. Im übrigen ist die Basishülse 29 leicht konusförmig gestaltet und verjüngt sich entsprechend der äußeren Mantelfläche des Hülstenansatzes 15 zur Einsteckseite des Werkzeugs hin. Die durch die Wangen 33, 35 und den Ringflansch 37 definierte Außenkontur des Spulenkörpers 29 ist kreiszylindrisch und die Wicklung 19 ist so eingebracht, dass ihre Außenkontur gleichfalls kreiszylindrisch ist. Die Innenkontur der Wicklung 19 folgt in den Spulenkammern 25, 27 der Kontur der Basishülse 31 bzw. ihres Ringwulstes 39. Dementsprechend ändert sich - gesehen in der Längsschnittebene der Fig. 1 - für jeden der beiden Wicklungshauptbereiche 21, 23 die Anzahl der radial übereinander liegenden Windungen pro Längeneinheit in Axialrichtung. Insbesondere mindert der Ringwulst 39 die Anzahl radial übereinander liegender Windungen der beiden Wicklungshauptbereiche 21, 23 zum Mittelbereich des die maximale Eingriffslänge festlegenden Hülstenansatzes 5 hin. Zusammen mit dem wicklungsfreien Bereich zwischen den Wicklungshauptbereichen 21, 23 führt dies zu einer Minderung des Magnetflusses in dem Mittelbereich und damit zu einer Minderung der den Hülstenansatz 5 in dem Mittelbereich erwärmenden Induktionsströme. Aufgrund der sich dadurch in Axialrichtung ergebenden gleichmäßigen Erwärmung des Hülstenansatzes 5 wird auch der auszuschrumpfende Werkzeugschaft 11 gleichmäßig erwärmt und kann bei relativ geringen Toleranzen sicher ausgeschrumpft werden.

[0022] Der Ringwulst 39 der Basishülse 31 vergrößert den Wicklungsinne Durchmesser der Wicklungshauptbereiche 21, 23 zu dem Mittelbereich hin, was gleichfalls für eine gleichmäßigere Temperaturverteilung längs des

Hülsenansatzes 5 sorgt. Es versteht sich, dass der Ringwulst 39 sich auch über die gesamte axiale Länge des Spulenkörpers 29 erstrecken kann. Auch kann der Ringwulst an Stelle der dargestellten Doppelkonusform ballig oder tonnenförmig gestaltet sein.

[0023] In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 sind die Windungen der Wicklungshauptbereiche 21, 23 gleichförmig gewickelt. Zur Beeinflussung der Temperaturverteilung in Achsrichtung des zu erwärmenden Hülsenabschnitts 5 kann die Anzahl von Windungen pro Flächeneinheit der Längsschnittebene variiert werden und zwar so, dass die Windungsdichte zum Mittelbereich hin abnimmt. Definierte Abstände können durch lagenweise mit eingewickelte Abstandhülsen oder durch Abstandhalter zwischen axial benachbarten Windungen festgelegt werden.

[0024] Die Wicklungshauptbereiche 21, 23 können für unterschiedliche Magnetflüsse bemessen sein und unterschiedliche Windungsdichten, Drahtdicken oder Wicklungsinneindurchmesser haben. Auch können die einzelnen Wicklungshauptbereiche 21, 23 mit unterschiedlich großen Strömen gespeist werden. Soweit vorangegangen von einer Parallelschaltung der Wicklungshauptbereiche 21, 23 die Rede ist, soll hierunter auch die Speisung mit unterschiedlich großen Strömen, insbesondere unterschiedlich großen eingeprägten Strömen, verstanden werden.

[0025] Um den magnetischen Streufluss außerhalb des Hülsenansatzes 5 möglichst gering zu halten, ist die Wicklung 19 von einem Flussleitkörper 41 aus elektrisch nicht leitendem, ferromagnetischen oder ferrimagnetischen Material, beispielsweise Ferrit oder dgl., ummantelt. Der Flussleitkörper 41 besteht aus einer die Wicklung 19 radial außen ummantelnden Hülse 43, an die sich axial beiderseits der Wicklung 19 ringscheibenförmige Polschuhe 45, 47 anschließen. Die Polschuhe 45, 47 überdecken die axialen Stirnseiten der Wicklung 19 und stehen zum Hülsenansatz 5 hin vor. Der auf der Werkzeugeinsteckseite des Hülsenansatzes 5 vorgesehene Polschuh 45 überlappt die Stirnseite 49 des Hülsenansatzes 5 und stützt sich an der Stirnseite 49 ab. Zwischen seinem Innenumfang und dem Schaft 11 verbleibt jedoch ein kleiner Ringspalt 51. Der Flussleitkörper 41 ist als einteiliges Element dargestellt. Es versteht sich, dass er auch aus mehreren Einzelementen aufgebaut sein kann.

[0026] Im Folgenden werden Varianten der Induktionsspule aus Figur 1 erläutert. Zur Erläuterung der Aufbau der Wirkungsweise und eventueller Varianten wird auf die Beschreibung von Figur 1 Bezug genommen. Gleichwirkende Komponenten sind mit den Bezugszahlen aus Figur 1 bezeichnet und zur Unterscheidung mit einem Buchstaben versehen. Der Generator 17 aus Figur 1 ist nicht dargestellt, jedoch vorhanden.

[0027] Auch die Induktionsspule 13a aus Figur 2 umfasst eine Wicklung 19a mit zwei Wicklungshauptbereichen 21a, 23a, die durch einen wicklungsfreien Zwischenbereich axial voneinander getrennt sind. Im Un-

terschied zu Figur 1 füllt jedoch nicht eine aus elektrisch isolierendem Material bestehende Komponente des Spulenkörpers 29a diesen wicklungsfreien Zwischenbereich aus, sondern ein Ring 52 aus ferromagnetischem oder ferrimagnetischem, allerdings auch hier elektrisch nicht leitendem Material, welches den magnetischen Fluss zwischen den beiden Wicklungshauptbereichen 21a, 23a auf sich konzentriert. Der Ring 52 kann Bestandteil des Flussleitelements 41a sein.

Aufgrund des windungsfreien Bereichs zwischen den Wicklungshauptbereichen 21a, 23a variiert die Anzahl der Spulenwindungen längs des Hülsenabschnitts 5 und sorgt, unterstützt durch den ferromagnetischen Ring 52, für eine gleichmäßige Erwärmung des Hülsenabschnitts 5a beim Ausschumpfen des Werkzeugschafts 11a.

[0028] Im dargestellten Ausführungsbeispiel der Figur 2 ist die Basishülse 31a des Spulenkörpers 29a wiederum entsprechend der Konusform des Hülsenansatzes 5a leicht konisch gestaltet. Es versteht sich aber, dass hier wie auch in Fig. 1 eine kreiszylindrische Basishülse eingesetzt werden kann. Auch kann die Basishülse 31a mit einem Ringwulst ähnlich dem Ringwulst 39 aus Figur 1 versehen sein, wobei dann der Ring 52 an die Stelle des Ringflansches 37 tritt. Mit anderen Worten, der Ringflansch 37 des Ausführungsbeispiels der Figur 1 kann ggf. auch aus ferromagnetischem Material bestehen.

[0029] Die Induktionsspule 13a nach Figur 2 unterscheidet sich ferner in der Konstruktion ihres Flussleitelements 41a vom Ausführungsbeispiel der Figur 1. Auch bei dieser Konstruktion wird die Wicklung 19a radial außen von einer Hülse 43a aus magnetisch leitendem Material, z. B. Ferrit, umschlossen, die auf der von der Einsteckseite des Werkzeugs axial abgewandten Stirnseite der Wicklung 19a in einen Polschuh 47a übergeht. Auf der zur Werkzeugeinsteckseite axial benachbarten Stirnseite endet die Hülse 43a, ohne in einen Polschuh überzugehen. Stattdessen ist auf die Stirnseite 49a des Hülsenabschnitts 5a ein hier angenähert konusschalenförmiger Abschirmkragen 53 aus elektrisch nicht leitendem, magnetisch jedoch leitendem Material, z. B. Ferrit, aufgesetzt, der den magnetischen Fluss von der über die Wicklung 19a axial etwas überstehenden Hülse 43a optimal zur Stirnseite 49a des Hülsenabschnitts 5a lenkt und gleichzeitig den über den Hülsenabschnitt 5a vorstehenden Teil des Werkzeugschafts 11a abschirmt und vor induktiver Erwärmung schützt. Der Abschirmkragen 53 verläuft allseitig im Abstand von der Hülse 43. Die werkzeugseitige Stirnfläche der Wicklung 19a ist im dargestellten Ausführungsbeispiel mit einer aus nicht magnetischem Material, z. B. temperaturfestem Kunststoff, bestehenden Abstandhalterscheibe 55 abgedeckt. In einer Variante kann diese mit ihrem Innenumfang wiederum im Abstand zum Abschirmkragen 53 endende Scheibe 55 gleichfalls aus dem magnetischen Material des Flussleitelements 41a bestehen, also Bestandteil des Flussleitelements 41a sein.

[0030] Die dem Inneren der Induktionsspule 19a axial zugewandte Fläche des Abschirmkragens 53 verläuft zumindest in einem Teilbereich radial zwischen dem Außenumfang des werkzeugseitigen Endes des Hülsenabschnitts 5a und dem Innenumfang der Induktionsspule 19a axial vom Ende des Hülsenabschnitts 5a weg schräg nach radial außen. Zweckmäßigerweise ist die axiale Höhe h des Abschirmkragens 53, mit der dieser über die Stirnfläche 49a des Hülsenabschnitts 5a axial aufragt, gleich oder größer als der 1,5fache Durchmesser d des Schafts 11 des Werkzeugs. Bevorzugt ist auch der größte Durchmesser des Abschirmkragens 53 kleiner als der größte Wicklungsdurchmesser der Wicklung 19a. Der Abschirmkragen 53 kann insgesamt konisch verlaufen oder aber im Bereich seines Außenumfangs mit einem axial abstehenden Kragen versehen sein.

[0031] Der Abschirmkragen 53 ist im übrigen zu einer Baueinheit mit der Induktionsspule 13a verbunden und kann hierzu über eine Ringscheibe 57 mit einem an dem Halter 15a befestigten Gehäuse 59 der Induktionsspule 13a verbunden sein. Für eine auswechselbare Verbindung kann die Ringscheibe 57 und das Gehäuse 59 beispielsweise nach Art eines Bajonettverschlusses aneinander verriegelt sein. Der Abschirmkragen 53 sorgt auf diese Weise nicht nur für die axiale Positionierung der Induktionsspule 13a relativ zum Hülsenabschnitt 5a, sondern kann auch zur Anpassung ein und derselben Induktionsspule 13a an Werkzeughalter 1 mit unterschiedlichem Durchmesser der Aufnahmeöffnung 9a oder des Hülsenansatzes 5a ausgetauscht werden. Es versteht sich, dass die vorstehend erläuterte Abschirmkragenvariante auch bei einer Konstruktion der Induktionsspule gemäß Figur 1 anstelle des dort erläuterten Polschuhs 45 eingesetzt werden kann, und desgleichen kann der anhand der Figur 1 erläuterte Polschuh 45 bei einer Induktionsspule gemäß Figur 2 benutzt werden.

[0032] Fig. 3 zeigt schematisch eine weitere Variante einer Wicklung 19b, die wiederum auf einen Spulenkörper 29b der vorstehend, insbesondere anhand der Fig. 2 erläuterten Art aufgebracht ist. Die Wicklung 19b hat mehrere, hier fünf voneinander unabhängig gewickelte und auf einen axialen Teilbereich der axialen Gesamtlänge des Spulenkörpers 29b beschränkte Wicklungshauptbereiche 61-69, deren Drahtdurchmesser von den axialen Enden der Wicklung 19b ausgehend zu einem Mittelbereich hin in Stufen abnimmt. Die Wicklungshauptbereiche 61, 69 haben dementsprechend den größten Drahtdurchmesser, während der mittige Wicklungshauptbereich 65 den kleinsten Drahtdurchmesser hat. Die Wicklungshauptbereiche 61-69 sind sämtlich zueinander parallel geschaltet und zwar wiederum so, dass sämtliche Wicklungshauptbereiche gleichsinnige Induktionsströme in dem nicht näher dargestellten Hülsenansatz des Werkzeughalters induzieren. Auf Grund des gestuften Drahtdurchmessers fließen in den Wicklungshauptbereichen unterschiedlich große Ströme, die zu einer Abstufung der Induktionsströme und damit zur Vergleichmäßigung der Erwärmungstemperatur des

Hülsenansatzes führen. Es versteht sich, dass die in Fig. 3 lediglich schematisch angedeutete Wicklung den gesamten Wicklungsraum des Spulenkörpers 29b ausfüllt. Die Wicklung 19b lässt sich zusammen mit Flusleitkörperkonstruktionen sowohl der Fig. 1 als auch der Fig. 2 einsetzen. Die anhand der Fig. 1 und 2 erläuterten Maßnahmen zur Beeinflussung der Axialverteilung der Induktionsströme können auch für die einzelnen Wicklungshauptbereiche 61-69 eingesetzt werden.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum induktiven Erwärmen eines eine zentrische Aufnahmeöffnung (9) für einen Schaft (11) eines Rotationswerkzeugs enthaltenden Hülsenabschnitt (5) eines Werkzeughalters (1), der den in der Aufnahmeöffnung (9) sitzenden Schaft (11) des Werkzeugs im Presssitz hält und bei Erwärmung freigibt, umfassend

- eine den Hülsenabschnitt (5) des Werkzeughalters (1) umschließende Induktionsspule (13) und
- eine die Induktionsspule (13) mit elektrischem Strom periodisch wechselnder Amplitude speisenden Generator (17),

dadurch gekennzeichnet, dass

- gesehen in einer Axiallängsschnittebene der Induktionsspule (13) - die Anzahl der Spulenwindungen ihrer Wicklung (19) pro Längeneinheit in Richtung der Spulenachse (7) oder/und die Anzahl der Spulenwindungen pro Flächeneinheit der Axiallängsschnittebene in einem in Richtung der Spulenachse (7) zwischen zwei Wicklungshauptbereichen (21, 23; 61-69) gelegenen Zwischenbereich kleiner ist als in den beiden Wicklungshauptbereichen (21, 23; 61-69) oder/und der Wicklungsinne Durchmesser in den beiden Wicklungshauptbereichen (21, 23; 61-69) kleiner ist als in den Zwischenbereichen oder/und der Wicklungsinne Durchmesser zumindest in einem axialen Teilbereich der Induktionsspule (13) von den beiden Wicklungshauptbereichen (21, 23; 61-69) zum Zwischenbereich hin zunimmt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklung (19) zumindest über einen axialen Teilabschnitt des Zwischenbereichs keine Windungen hat.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der von Windungen freie Teilabschnitt des Zwischenbereichs magnetisch leitendes Material (52) enthält.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wicklung auf eine Spulenkörperhülse (31) mit einem die Wicklungshauptbereiche (21, 23) in dem windungsfreien Teilabschnitt des Zwischenbereichs trennenden Ringflansch (37) gewickelt ist. 5
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wicklung auf eine Spulenkörperhülse (31) gewickelt ist, deren den Wicklungsinneindurchmesser bestimmender Außenmantel zumindest in dem Zwischenbereich einen radial nach außen vorstehenden Ringwulst (39) bildet. 10  
15
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 oder dem Oberbegriff von Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wicklung (19) zumindest zwei axial nebeneinander angeordnete Wicklungshauptbereiche (21, 23; 61-69) mit jeweils einer Vielzahl von Windungen umfasst und dass die Wicklungshauptbereiche (21, 23; 61-69) zueinander parallel geschaltet sind, und zwar so, dass die Windungen der Wicklungshauptbereiche gleichsinnig von Strom durchflossen sind. 20  
25
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wicklungshauptbereiche (21, 23; 61-69) von unterschiedlich großen Strömen durchflossen sind. 30
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wicklung (19b) mehrere parallel geschaltete Wicklungshauptbereiche (61-69) umfasst, deren Windungen unterschiedlichen Drahtdurchmesser haben, wobei zumindest der zur Werkzeugeinsteckseite nächstgelegene Wicklungshauptbereich (61) einen größeren Drahtdurchmesser hat als der in axialer Richtung benachbarte Wicklungshauptbereich (63 bzw. 65). 35  
40
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens drei parallel geschaltete Wicklungshauptbereiche (61-69) vorgesehen sind, von welchen der in einem mittleren Bereich vorgesehene Wicklungshauptbereich (63-67) einen kleineren Drahtdurchmesser hat als die axial beiderseits vorgesehenen Wicklungshauptbereiche. 45
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich einer oder beider axialer Stimmenden der Wicklung (19) oder/und an ihrem Umfang ein Flussleitelement (41) aus elektrisch nicht leitendem, magnetisch jedoch leitendem Material angeordnet ist. 50  
55

Fig. 1

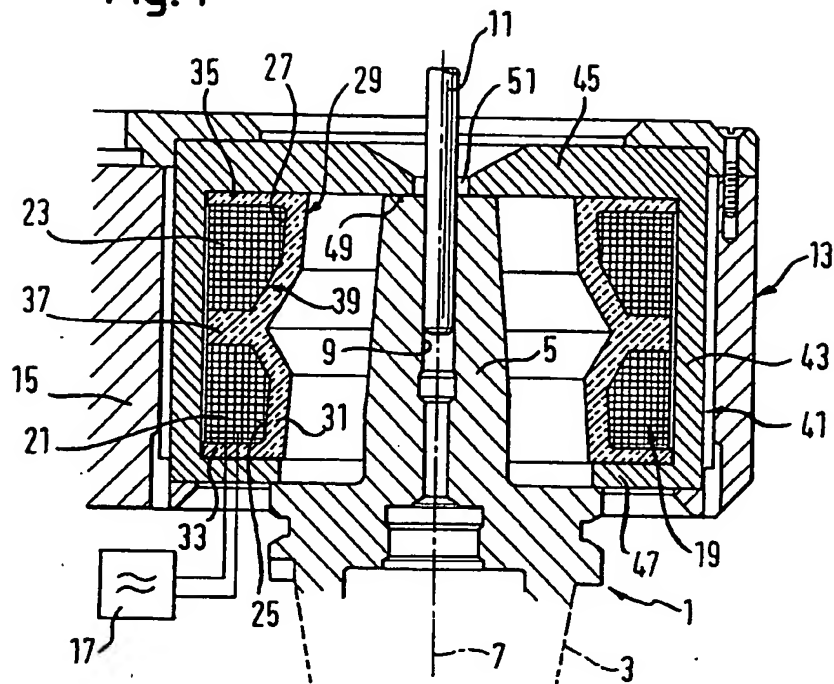


Fig. 2

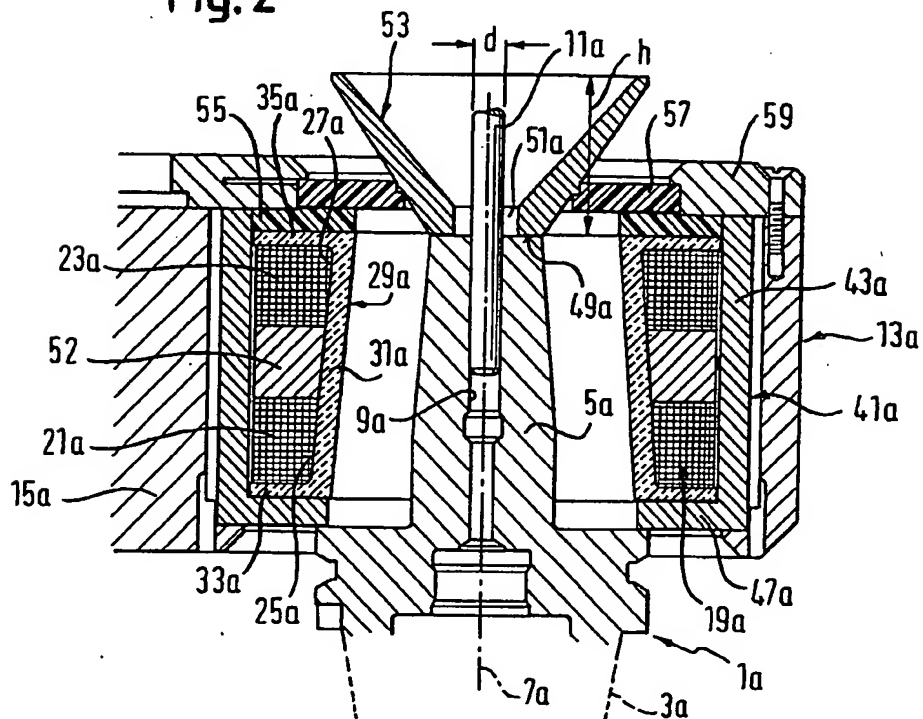




Fig. 3

